

La locomotive à vapeur compound à trois cylindres

Autor(en): **Baumgartner, J.-P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **73 (1947)**

Heft 7

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-55129>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

— dans notre profession comme dans toute autre — se pose peu à peu le problème fondamental de la *détermination primordiale* et aussi celui du *service à rendre* ou à *obtenir*.

Je m'en voudrais de préciser davantage. Chacun, s'il est bien né, ressent en soi un désir profond de se mieux connaître, de porter sur toute chose un jugement libre. Il est fier de vivre et d'agir; il entend pouvoir discerner presque instinctivement l'action bonne de la mauvaise. Et, s'il faut parfois payer cette expérience dans l'ombre, et même jusqu'au remords et au repentir, c'est pour mieux découvrir *la route lumineuse de l'idéal* qui peut désormais conduire l'ingénieur, en fixant souverainement sa ligne de conduite sans plus trop hésiter, à travers les difficultés ou même les turpitudes sans cesse renaissantes de l'existence.

La locomotive à vapeur compound à trois cylindres

par J.-P. BAUMGARTNER, Delémont. CD 621.132-146

Bien que la plupart des locomotives à vapeur du monde travaillent en simple expansion, la locomotive compound continue d'avoir des partisans. Des essais méthodiques font en effet valoir en sa faveur, par rapport à une machine comparable à simple expansion, une économie de combustible et un accroissement de puissance de 15 à 20 %. Les économies financières correspondantes peuvent couvrir plus que les dépenses supplémentaires causées par la complication relative du moteur à double expansion.

Jusqu'ici, on a généralement construit la locomotive compound avec un moteur à 4 cylindres, un groupe de 2 cylindres à haute pression (HP), et un autre de 2 cylindres à basse pression (BP). L'un des deux groupes, placé entre les longerons du châssis, attaque un essieu coudé à 2 manivelles. Sur une compound bien étudiée et bien conduite, chaque groupe HP et BP fournit environ la moitié de la puissance totale. L'essieu coudé d'une machine compound moderne peut donc avoir à transmettre de 2000 à 2500 chevaux à grande vitesse. Cela représente un maximum eu égard aux dimensions possibles de ses fusées et de ses tourillons de manivelles. Dans l'état actuel de la technique, si l'on veut porter la puissance d'une compound à plus de 4500 chevaux indiqués, il faut abandonner l'essieu coudé à 2 manivelles.

La solution la plus simple consiste à établir un moteur compound à 3 cylindres. Un seul cylindre HP en remplace deux; placé à l'intérieur du châssis, il attaque un essieu à un seul coude dont les fusées, les flasques et les portées de manivelles peuvent être largement dimensionnées; 2 cylindres BP travaillent de la manière habituelle à l'extérieur du châssis.

On a construit des compound à 3 cylindres déjà à la fin du XIX^e siècle. Mais l'étude d'une locomotive compound moderne à 3 cylindres et à grande puissance pose certains problèmes qui n'avaient pas été effleurés il y a cinquante ans. Nous nous proposons de les exposer ici.

Une locomotive compound à 4 cylindres possède un moteur dont les masses à mouvement alternatif sont auto-équilibrées, ou peu s'en faut, ce qui lui donne une tranquillité de marche remarquable et permet de réduire la surcharge dynamique sur la voie à une valeur infime. En revanche, sur une compound à 3 cylindres, la surcharge dynamique reparait en partie, à

moins que l'on ne renonce à équilibrer ses masses à mouvement alternatif par des contrepoids tournants. Cette dernière solution mériterait d'être essayée.

Le couple moteur d'une locomotive à simple expansion et à 3 cylindres égaux est de 6 % plus régulier que celui d'une machine à 2 cylindres. On peut essayer de faire bénéficier la locomotive compound à 3 cylindres de cet avantage, en confiant au cylindre HP un tiers de la puissance totale, soit la même puissance qu'à chacun des 2 cylindres BP. Dans ce but il faudrait décaler uniformément les manivelles de chaque piston de 120° l'une sur l'autre, et réduire sensiblement le volume du cylindre HP par rapport à celui des cylindres BP. Cela semble difficile par suite de la température moyenne élevée qu'atteindrait le cylindre HP et des difficultés de graissage qui menacent de s'ensuivre.

Il semble donc préférable, a priori du moins, de faire rendre au cylindre HP environ la moitié de la puissance totale. Si l'on garde les manivelles des pistons BP décalées de 120° l'une sur l'autre et de 120° également sur la manivelle du piston HP, les coups d'échappement du groupe BP se suivent à des intervalles irréguliers, en 2 groupes de 2 coups par tour de roue. Cette irrégularité du débit de la vapeur d'échappement a-t-elle une influence néfaste sur le tirage produit et sur la tenue du feu? D'après des expériences anciennes, il ne le semble pas.

Si l'on tient à obtenir une suite régulière des coups d'échappement comme sur toute locomotive à simple expansion à 2 cylindres ou compound à 4 cylindres, il faut caler les manivelles des pistons BP à 90° l'une sur l'autre, et celle du piston HP sur le prolongement de la bissectrice de ces dernières, c'est-à-dire à 135° sur chacune d'elles.

Ces questions étant résolues, se pose le problème cardinal de cette étude :

La locomotive compound moderne à 3 cylindres atteindra-t-elle la puissance spécifique de sa congénère compound à 4 cylindres? En termes concrets, sera-t-elle capable de produire autant de chevaux pour un même poids, une même surface de grille et une même cylindrée BP? Sa consommation d'eau et de combustible par cheval-heure sera-t-elle aussi réduite?

Nous ne possédons pas encore de résultats d'essais systématiques d'une compound moderne à 3 cylindres. Force nous est donc d'approcher le problème par la théorie. Nous comparerons le fonctionnement de deux locomotives identiques à l'exception de leur moteur, l'une étant compound à 3 cylindres, l'autre à 4 cylindres, avec des cylindrées BP égales.

La puissance et le rendement d'une locomotive augmentent avec le timbre de la chaudière et la température de la vapeur surchauffée, et diminuent ensuite des pertes par laminage, par condensations et par fuites. Il n'y a pas de raison pour que les pertes par fuites et par condensations obéissent à d'autres lois sur la compound à 3 cylindres que sur celle à 4 cylindres. La pression et la température de la vapeur quittant le surchauffeur étant supposées égales, il nous reste à examiner comment varient les pertes par laminage (c'est-à-dire par chute de pression avec augmentation d'entropie sans travail extérieur) dans les deux cas.

Pour simplifier, nous admettrons que le circuit de vapeur est identique. Cela signifie que le rapport des sections de passage de la vapeur à travers le régulateur, le surchauffeur, les tuyaux d'amenée, les lumières de distribution, et les tuyauteries et tuyères d'échappement, aux volumes des cylindres HP et BP respectivement, sont égaux sur les deux locomotives; que le circuit de vapeur est de même qualité; et que les rapports du volume d'une boîte de vapeur HP à

une cylindrée HP et du volume du réservoir intermédiaire à la cylindrée totale BP sont les mêmes dans les deux cas. Nous supposons aussi que le mécanisme de distribution est semblable (par exemple une coulisse Walschaerts à distributeurs cylindriques).

A puissance et à consommation spécifique égales, le débit moyen de la vapeur de la chaudière au moteur HP sera le même sur les deux locomotives. Mais il sera fractionné en quatre appels successifs par tour de roue sur la compound à 4 cylindres, et en deux seulement, de même durée, mais de débit double, sur la compound à 3 cylindres. A ce point de vue, la compound à 3 cylindres pourrait être assimilée à une compound hypothétique à 4 cylindres dont les manivelles HP ne seraient pas décalées de 90°, mais de 180° ou de 0° l'une sur l'autre.

Par conséquent, les pertes de charge à travers le surchauffeur supposé identique ne seront-elles pas sensiblement plus élevées sur la compound à 3 cylindres que sur celle à 4 cylindres ?

Sur une compound à 4 cylindres (comme sur une locomotive à simple expansion à 2 cylindres), les 2 cylindres HP admettent alternativement de chaque côté du collecteur du surchauffeur. En principe, la vapeur admise traverse tous les éléments du surchauffeur pour ne passer à droite ou à gauche que dans le collecteur de sortie. Les choses se passent-elles aussi simplement en réalité ?

Si l'on place des pyromètres sur les boîtes à vapeur des deux côtés de la machine, on constate que ces deux appareils n'indiquent pas toujours la même température. Et si l'on force le feu à gauche ou à droite du foyer, on peut faire varier à volonté la température la plus élevée à gauche ou à droite de la locomotive, dès que la vitesse est un peu élevée. On peut déduire de ces faits qu'à grande vitesse, la vapeur admise par chaque cylindre ne passe en grande partie que par les éléments surchauffeurs se trouvant de son côté ; la moitié gauche du surchauffeur alimente le cylindre gauche, la moitié droite le cylindre droit. Cela revient à n'utiliser que la moitié du surchauffeur aux vitesses élevées, ou à diviser par deux la section de passage de la vapeur à travers le surchauffeur.

Sur la locomotive compound à 3 cylindres, le cylindre HP unique est alimenté par deux tuyaux de prise de vapeur, l'un à droite, l'autre à gauche du collecteur du surchauffeur. Toute la vapeur admise est ainsi contrainte à passer à travers tous les éléments du surchauffeur. Cela revient à doubler sensiblement la section de passage de la vapeur à travers le surchauffeur aux grandes vitesses. Les pertes de charge à travers le surchauffeur de la compound à 3 cylindres ne dépasseront celles constatées sur la compound à 4 cylindres qu'aux vitesses réduites ; aux grandes vitesses, la compound à 3 cylindres ne sera pas inférieure, au point de vue des pertes par laminage, à sa congénère à 4 cylindres.

En théorie, la locomotive compound à 3 cylindres sera légèrement moins puissante et un peu moins économique que celle à 4 cylindres aux petites vitesses ; aux grandes vitesses, elle produira la même puissance avec une consommation d'eau et de charbon égale.

Les essais que la Société Nationale des Chemins de fer Français entreprend actuellement sur un prototype compound à 3 cylindres du type 242, à la fois au banc d'essais de Vitry et par la méthode des locomotives-freins, permettront d'ailleurs de le vérifier expérimentalement.

D'ores et déjà, il semble que, toutes conditions étant égales d'ailleurs, la locomotive compound à 3 cylindres soit sensiblement aussi puissante et aussi économique que celle à 4 cylindres, tout en étant incontestablement plus simple et

plus robuste. Si on la compare à une locomotive à simple expansion, on constate qu'elle lui est en tous cas supérieure par la puissance et le rendement ; et si elle est un peu plus compliquée qu'une locomotive à 2 cylindres, elle ne l'est pas plus que celle à 3 cylindres, et moins que celle à 4 cylindres. D'ailleurs la locomotive compound à 3 cylindres ne s'impose que pour une puissance indiquée totale supérieure à 4500 chevaux. Or, en Europe, une locomotive à simple expansion de cette puissance ne peut être construite, elle aussi, qu'avec un moteur à 3 cylindres au moins. Dans ces conditions, on ne pourra reprocher sa complication à la locomotive compound.

Nous tenons à remercier ici M. André Chapelon, ingénieur principal à la division des Etudes de locomotives de la Société Nationale des Chemins de fer Français, à Paris, pour les renseignements aussi utiles qu'intéressants qu'il nous a obligeamment procurés.

DIVERS

Une route de tourisme intercantonale¹.

1. Introduction.

Un problème se pose toujours en Suisse : celui de la traversée des Alpes. Pour aller du nord au sud, il faut franchir la chaîne élevée des montagnes. Par sa position centrale, la Suisse se trouve placée sur les voies de grandes communications reliant les bassins de la Manche et de la mer du Nord, avec ceux de la Méditerranée et de l'Atlantique.

En examinant la carte de l'Europe, on constate qu'à part la route descendant la vallée du Rhône, il faut toujours traverser les Alpes pour aboutir sur le littoral sud et que cette traversée, sauf sur deux points principaux : Col de la Croix-Haute, 4160 m, et Col de Fréjus, 2083 m, passe par le territoire suisse.

Les cols suisses, nous les connaissons tous : Le passage central, le Saint-Gothard, 2412 m ; A l'ouest, le Simplon, 2009 m, le Saint-Bernard, 2472 m ; A l'est, le Lukmanier, 1912 m, le San Bernardino, 2472 m, et le Splügen, 2417 m.

Si l'on veut se rendre de la Suisse romande au Tessin, il faut passer le Gothard en faisant un détour par Lucerne ou, si l'on remonte la vallée du Rhône, escalader la Furka, ou le Grimsel, avec la nouvelle route du Susten.

De la Suisse alémanique, trois grandes routes donnent accès au versant suisse au sud des Alpes : le Lukmanier, le San Bernardino et le Saint-Gothard.

La route du Susten, qui vient d'être ouverte à la circulation, assure par une voie parallèle à la Furka et au Grimsel, le passage de la vallée de l'Aar dans la vallée de la Reuss.

2. Routes projetées.

La liaison nord-sud est à l'ordre du jour. Parmi les anciens projets d'avant-guerre, le tunnel du Mont-Blanc, par exemple, est périodiquement évoqué. On déclare même que des équipes d'ouvriers sont à pied d'œuvre, prêts à donner le premier coup de pioche.

On parle également, à nouveau, du Grand-Saint-Bernard, du col Ferret. On découvre qu'en tirant sur une carte une droite joignant Rome à Paris ou Londres, on passe à proximité de tel ou tel col sous lequel un tunnel est projeté. Des

¹ Nous reproduisons ici un texte paru sous la signature de M. Louis Perrin, ingénieur, à Genève, dans le n° du 17 janvier 1947 de la revue « La route et la circulation routière », organe officiel de l'Union suisse des professionnels de la route. (Réd.).